

\~15~

PAT-NO: JP410184540A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10184540 A
TITLE: CRYOPUMP
PUBN-DATE: July 14, 1998

INVENTOR-INFORMATION:
NAME
YAMAMOTO, HISASHI

ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME COUNTRY
ANELVA CORP N/A

APPL-NO: JP08356008
APPL-DATE: December 25, 1996
INT-CL (IPC): F04B037/08

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a cryopump which can be reduced in a manufacturing cost and a size, causes little vibration, dispenses with necessity of overhaul, shows resistance for high temperature, and can use and adsorption material such as a molecular sieve.

SOLUTION: Evacuation is performed by cooling water molecule and gases such as nitrogen, oxygen and hydrogen to extremely low temperature by means of an extremely low temperature refrigerator. A first step pulse tube refrigerator 12 is used as the extremely low temperature refrigerator. A hydrogen storage alloy 16 and a cooling panel 18 are connected to a cold head 14 of the pulse

tube refrigerator in a satisfactory heat contact condition. The water molecules are condensed by the cooling panel for evacuation, while hydrogen is stored by the hydrogen storage alloy. An adsorption material 17 such as a molecular sieve is arranged for absorbing gas molecules such as nitrogen and oxygen.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-184540

(43) 公開日 平成10年(1998) 7月14日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

F 0 4 B 37/08

F 0 4 B 37/08

審査請求 未請求 請求項の数7 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平8-356008

(22) 出願日 平成8年(1996)12月25日

(71) 出願人 000227294

アネルパ株式会社

東京都府中市四谷5丁目8番1号

(72) 発明者 山本 久

東京都府中市四谷5丁目8番1号 アネル
パ株式会社内

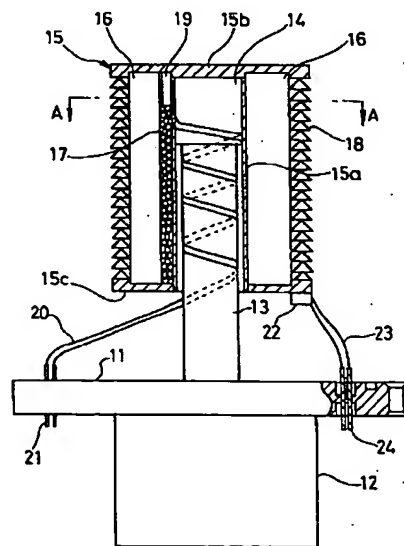
(74) 代理人 弁理士 田宮 寛社

(54) 【発明の名称】 クライオポンプ

(57) 【要約】

【課題】 安価かつ小型に製作でき、振動が小さく、オーバーホールが必要なく、さらに耐熱温度が高く、モレキュラーシーブ等の吸着材を使用できるクライオポンプを提供する。

【解決手段】 極低温冷凍機で水分子、窒素、酸素、水素等の各種気体を極低温に冷却することにより真空排気するように構成され、極低温冷凍機に1段式パルスチューブ冷凍機12を使用し、このパルスチューブ冷凍機のコールドヘッド14に水素吸蔵合金16と冷却パネル18を熱接触良好な接続状態で設けている。冷却パネルで水分子を凝縮して排気し、水素吸蔵合金で水素分子を吸蔵する。さらにモレキュラーシーブ等の吸着材17を付設して窒素や酸素等の気体分子を吸着する。



11: 取付けフランジ
12: 本体
14: コールドヘッド
15: 伝熱・構造保持部材
16: 水素吸蔵合金
17: 吸着材
18: 冷却パネル

【特許請求の範囲】

【請求項1】 極低温冷凍機で各種気体を極低温に冷却することにより真空排気するクライオポンプにおいて、前記極低温冷凍機に1段式パルスチューブ冷凍機を使用し、前記パルスチューブ冷凍機のコールドヘッドに水素吸蔵合金と冷却パネルを熱接触良好な接続状態で設けたことを特徴とするクライオポンプ。

【請求項2】 前記冷却パネルの内側に前記コールドヘッドと熱接触良好な接続状態で吸着材を設けたことを特徴とする請求項1記載のクライオポンプ。

【請求項3】 前記コールドヘッドは55～160Kの温度に冷却されることを特徴とする請求項1または2記載のクライオポンプ。

【請求項4】 前記水素吸蔵合金を加熱するための加熱手段を設けたことを特徴とする請求項1記載のクライオポンプ。

【請求項5】 前記水素吸蔵合金と前記吸着材を加熱するための加熱手段を設けたことを特徴とする請求項2記載のクライオポンプ。

【請求項6】 前記水素吸蔵合金は、前記パルスチューブ冷凍機へのヘリウムガス供給方式を変更し前記コールドヘッドを発熱させることにより加熱されることを特徴とする請求項1項記載のクライオポンプ。

【請求項7】 前記水素吸蔵合金と前記吸着材は、前記パルスチューブ冷凍機へのヘリウムガス供給方式を変更し前記コールドヘッドを発熱させることにより加熱されることを特徴とする請求項2項記載のクライオポンプ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はクライオポンプに関し、特に、排気対象の気体を極低温に冷却することにより凝縮または吸着して排気し、容器内部を真空排気するクライオポンプに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来のクライオポンプの概略構成を図3に示す。クライオポンプでは、通常、2段の極低温状態を作る構造を備えた極低温冷凍機51を使用している。1段目の極低温領域が作られるコールドヘッド52は、水分子を凝縮するのに適した55～120K程度に冷却され、2段目の極低温状態が作られるコールドヘッド53は、窒素やアルゴン等の気体分子を凝縮するのに適した10～15K程度に冷却される。2段目のコールドヘッド53には、窒素やアルゴン等の気体分子を凝縮するクライオコンデンセーションパネル54と、水素等を吸着するクライオソープションパネル55とが熱接触良好に接続される。1段目のコールドヘッド52には2段目の構成部材を輻射熱から保護するための輻射シールド56が熱接触良好に接続され、輻射シールド56の先端部のポンプ吸気口部に吸気口シェブロン57が熱接触良好に設けられている。吸気口シェブロン57は、水分子を

凝縮排気し、水分子以外の気体分子をポンプ内部に容易に通過させる。吸気口シェブロン57は2段目の構成部材を輻射熱から保護する働きも有する。このようにして、各種気体を凝縮あるいは吸着することにより真空排気を行い、真空ポンプとして作用する。

【0003】輻射シールド56等はポンプ容器58によって収容されている。1段目のコールドヘッド52には温度計59が付設され、2段目のコールドヘッド53には温度計60が付設される。温度計59、60の測定信号はリード線61を介して端子62から外部へ取出される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来のクライオポンプは、55～120Kと10～15Kの2段階の極低温領域を使用するため、2段式の極低温冷凍機を必要としていた。このため、クライオポンプは比較的大型で高価となる。また比較的形状が大きくなることから、小型のクライオポンプが作りにくいという問題があった。さらに従来から使用されていたクライオポンプは、内部に摺動可動部を有するため、比較的振動が大きく、振動を極端に嫌う用途には使用できないという問題もあった。また従来のクライオポンプは定期的にオーバーホールを必要とし、そのための費用や労力が問題となっていた。さらに従来のクライオポンプの内部摺動部は、合成樹脂やゴム等の材料を使用しているため、耐熱温度が低く、そのためモレキュラーシーブ等のごとき優れた吸着能力を持つが、再生時に高温を必要とする吸着材を使用できないという問題点もあった。

【0005】本発明の目的は、上記の問題を解決することにより、安価かつ小型に製作することができ、振動が小さく、オーバーホールの必要がなく、さらに耐熱温度が高く、モレキュラーシーブ等の吸着材を使用できるクライオポンプを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段および作用】第1の本発明（請求項1に対応）に係るクライオポンプは、上記の目的を達成するため、極低温冷凍機で各種気体を極低温に冷却することにより真空排気するように構成され、極低温冷凍機に1段式パルスチューブ冷凍機を使用し、このパルスチューブ冷凍機のコールドヘッドに水素吸蔵合金と冷却パネルを熱接触良好な接続状態で設けるように構成している。冷却パネルは水素吸蔵合金の外側に配置される。

【0007】上記の本発明では、水素吸蔵合金と冷却パネルを所定の極低温状態に冷却することにより、冷却パネルで水分子を凝縮し、水素吸蔵合金で水素分子を吸蔵すると共に窒素や酸素等の気体分子を吸着する。冷却パネルは、水分子を凝縮排気すると共にその他の気体分子は容易にポンプ内部に通過することができるよう好ましくはシェブロン形状あるいはルーバー形状とする。す

なわち、1段式の極低温冷凍機の動作温度で各種気体を凝縮あるいは吸着することが可能となり、これによって従来のクライオポンプと同様に各種気体を真空排気できる。また超高真空や極高真空といった圧力領域での残留ガス成分は一般的に水と水素の排気速度を向上させて、より低い圧力が達成できる。従って、従来の真空装置に付加的に搭載することにより真空排気性能を容易に向上することもできる。1段式のパルスチューブ冷凍機は内部に摺動部を備えず、ヘリウムガスの供給だけで極低温状態を作ることができるので、振動が少なく、かつ耐熱性の高いものとして構成することができる。極低温冷凍機の耐熱性を高くできるようにしたため、高温加熱による再生を必要とする水素吸蔵合金や冷却パネルを用いて排気を行うことが可能となる。

【0008】第2の本発明（請求項2に対応）に係るクライオポンプは、上記の発明において、さらに、冷却パネルの内側にコールドヘッドと熱接触良好な接続状態でモレキュラーシーブ等の吸着材を設け、この吸着材で窒素や酸素等の気体を排気するように構成される。従って、冷却パネルで水分子、吸着材で窒素や酸素等の気体分子、水素吸蔵合金で水素をそれぞれ排気するので、各種の気体を効率良く排気できる。

【0009】第3の本発明（請求項3に対応）に係るクライオポンプは、上記の各発明において、好ましくは、コールドヘッドは5～160Kの温度に冷却される。コールドヘッドを5～160Kの温度に冷却することにより、熱接触良好に接続された水素吸蔵合金と吸着材と冷却パネルは同程度の温度に冷却される。

【0010】第4の本発明（請求項4に対応）に係るクライオポンプは、上記の第1の発明において、水素吸蔵合金を加熱するためのヒータ等の加熱手段を設けたことを特徴とする。これによって水素吸蔵合金を300℃以上に加熱することができ、水素吸蔵合金を再生できる。

【0011】第5の本発明（請求項5に対応）に係るクライオポンプは、上記の第2の発明において、水素吸蔵合金と吸着材を加熱するためのヒータ等の加熱手段を設けたことを特徴とする。これによって水素吸蔵合金と吸着材を300℃以上に加熱することができ、水素吸蔵合金と吸着材を再生できる。

【0012】第6の本発明（請求項6に対応）に係るクライオポンプは、上記の第1の発明において、水素吸蔵合金は、パルスチューブ冷凍機へのヘリウムガス供給方式を変更しコールドヘッドを発熱させることにより加熱され、再生されることを特徴とする。

【0013】第7の本発明（請求項7に対応）に係るクライオポンプは、上記の第2の発明において、水素吸蔵合金と吸着材は、パルスチューブ冷凍機へのヘリウムガス供給方式を変更しコールドヘッドを発熱させることにより加熱され、再生されることを特徴とする。

【0014】

【発明の実施の形態】

【0015】以下に、本発明の好適な実施形態を添付図面に基づいて説明する。

【0016】図1と図2は本発明に係るクライオポンプの代表的実施形態を示し、図1は要部の内部構造を示す部分縦断面図、図2は図1中のA-A線断面図である。

11は、真空排気される真空容器（図示せず）にクライオポンプを取り付けるための取付けフランジであり、12は取付けフランジ11に固定された極低温冷凍機の本体である。本実施形態では、クライオポンプの冷却パネル等の構成部材が、真空容器の内部にそのまま露出された状態で取り付けられる。取付けフランジ11は真空容器の壁部に固定され、本体12は真空容器の外側に配置される。本実施形態では、極低温冷凍機として1段式のパルスチューブ冷凍機を使用している。以下、上記の本体12は「パルスチューブ冷凍機本体」として説明する。パルスチューブ冷凍機は、従来の極低温冷凍機に比較して、低温の摺動部を必要とせず、ヘリウムガスの圧力振動のみで極低温を作ることができるという特徴を有している。

【0017】本実施形態によるパルスチューブ冷凍機本体12は管体13を備え、当該管体13内に蓄冷材とパルス管が同心軸上に構成され、この先部にコールドヘッド14を備える。コールドヘッド14には伝熱・構造保持部材15が取り付けられている。伝熱・構造保持部材15は熱電導良好な金属等で作られており、全体として、管体13周りの筒体部15aと、その上下端に設けられた端板15b、15cとから構成される。伝熱・構造保持部材15では、径方向に沿うように配置された板状の水素吸蔵合金16を筒体部15aの周りに所定間隔で放射状に複数配置し、これらの水素吸蔵合金16の間のスペースにモレキュラーシーブ等の吸着材17を充填し、さらに外周囲にシェブロン状あるいはルーバ状に形成した円筒形の冷却パネル18を設け、この冷却パネル18で内部の構成部材を囲むようにしている。このように伝熱・構造保持部材15は、筒体部15aの周囲であって上下の端板15b、15cの間に、放射状に配置された前述の複数枚の水素吸蔵合金16、充填された吸着材17、実質的に円筒形の冷却パネル18を備えている。冷却パネル18は、クライオポンプの気体侵入口の最外部に配置される。

【0018】上側の端板15bの近くに取り付けられた部材19は、温度状態を計測するための測温抵抗体である。測温抵抗体19で検出された温度信号はリード線20で引き出され、信号取出し端子21を介して真空容器の外部に取り出される。下側の端板15cに取り付けられた部材22は、加熱を行うためのヒータである。ヒータ22に対しては、電力供給線23によって電力が供給される。24は電力供給線用電流導入端子である。

【0019】パルスチューブ冷凍機本体12は、図示し

ないヘリウム(He)ガス圧縮機によって高圧のHeガスを供給される。コールドヘッド14は、例えば液体窒素温度(77K)程度に冷却されている。水素吸蔵合金16、吸着材17、冷却パネル18は、伝熱・構造保持部材15によって、コールドヘッド14と熱接触良好に接続された状態で構成されるので、コールドヘッド14とほぼ同程度の温度に冷却されている。

【0020】次に、上記のごときパルスチューブ冷凍機本体12を備えたクライオポンプによる気体の排気について説明する。

【0021】水分子が液体窒素温度(77K)程度に冷却された冷却パネル18に飛び込むと、水の平衡蒸気圧は123Kで 10^{-9} Paであるので、当該水分子は冷却パネル18上に凝縮してほとんど再放出されず、冷却パネル18によって排気される。もしクライオポンプに求める到達真空性能が 10^{-4} Pa程度である場合には、160Kにおける水分子の平衡蒸気圧は 10^{-4} Paであるため、冷却パネルの温度は160K以下に冷却しておけばよい。

【0022】次に窒素や酸素等の分子が冷却パネル18に飛び込むと、これらの分子の平衡蒸気圧は液体窒素温度では充分に高い(10⁴Pa以上)、窒素や酸素等の分子は、冷却パネル18に凝縮されることはなく、ポンプ内部に侵入する。液体窒素温度に冷却された吸着材17は、水素等の軽気体以外の気体に対して吸着能力があるため、ポンプ内部に侵入した窒素や酸素等の分子は吸着材17によって吸着され、排気される。

【0023】さらに水素分子が冷却パネル18に飛び込むと、当該水素分子は、液体窒素温度の冷却パネル18には凝縮されず、かつ液体窒素温度の吸着材17にも吸着されず、水素吸蔵合金16により吸蔵され、排気される。

【0024】上記のごとくクライオポンプに飛び込んだ各種の気体は、それぞれ、クライオポンプ内に設けられた各種の構成部材によって凝縮あるいは吸着により捕らえられる。その結果、本実施形態によるクライオポンプは、各種気体に対して排気能力を持つことになる。

【0025】上記クライオポンプの低温側の温度に関しては、次のように設定される。仮に冷却パネル18に水分子以外の気体が凝縮するように冷却パネル18の温度を設定すると、凝縮した当該気体の固有の平衡蒸気圧特性に基づき、冷却パネル18の温度におけるその気体の平衡蒸気圧に従って再放出され、充分に低い圧力まで真空排気できない状態となる。そのため、冷却パネル18の温度は、水以外の気体が凝縮しないような温度に設定しなければならない。この種の高真空用クライオポンプは通常少なくとも100Pa以下の圧力で使用されるため、主に排気する窒素や酸素やアルゴン等の気体の平衡蒸気圧が100Pa以上となるような55K以上の温度に設定することが必要である。

【0026】本実施形態によるクライオポンプでは、吸着材17を省略することが可能である。吸着材17が構成部材として含まれていない場合でも、水素吸蔵合金16が、その表面において窒素や酸素等の気体を排気することができるので、真空ポンプとして使用できる。ただし、水素吸蔵合金16の表面で窒素や酸素等の気体の吸着排気を繰り返すと、水素吸蔵合金の寿命を短くするので、前述の通り、吸着材17を、冷却パネル18の内側であって複数の水素吸蔵合金16の間の中間領域に設けることが望ましい。

【0027】水素吸蔵合金16や吸着材17はそれぞれ水素や窒素等の気体を内部に吸蔵あるいは吸着することにより蓄える。従って水素吸蔵合金16や吸着材17では、蓄えた気体を適当な時期に再放出して初期状態に復帰させること(いわゆる再生動作)が必要となる。この再生動作を行うためには、水素吸蔵合金16や吸着材17を300℃以上に加熱しなければならない。従来の極低温冷凍機では、その耐熱温度は精々100℃程度であったため、水素吸蔵合金やモレキュラーシブ等の吸着材を使用することができなかった。これに対して、パルスチューブ冷凍機は冷凍機本体の内部に摺動部がなく、またその構成部材はステンレスや銅等の金属のみであるため、その耐熱温度は数百℃(例えば500～600℃)にも達する。従って、冷凍機の本体12としてパルスチューブ冷凍機を用いた本実施形態のクライオポンプでは、パルスチューブ冷凍機が充分な耐熱温度を持っているので、ヒータ22に通電して加熱することができ、これによって水素吸蔵合金16と吸着材17を再生することができる。

【0028】さらにパルスチューブ冷凍機では、Heガスの供給方式を変更することによりコールドヘッド14を発熱させることができる。従って、パルスチューブ冷凍機の本体12の発熱運転により水素吸蔵合金16や吸着材17を加熱して再生することもできる。なお、このようなパルスチューブ冷凍機の発熱運転を利用する場合には、ヒータ22とこれに付随する構成部材は不要となり、構成を簡易化できる。

【0029】なお上記の実施形態では、図1において、液体窒素温度レベルに冷却された冷却パネル18等の構成部材が、図示しない真空容器の内部にそのまま露出されて設けられるものを示したが、図3に示した従来のクライオポンプのようにポンプ容器によって低温部を覆い、吸気口部を介して真空容器と接続するような構造とすることもできる。さらに本実施形態によるクライオポンプによれば、パルスチューブ冷凍機は本体12内に摺動部がないため、振動が小さく、さらに冷凍機本体のオーバーホールも不要となる。

【0030】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように本発明によれば、クライオポンプにおいて、極低温冷凍機として1

7

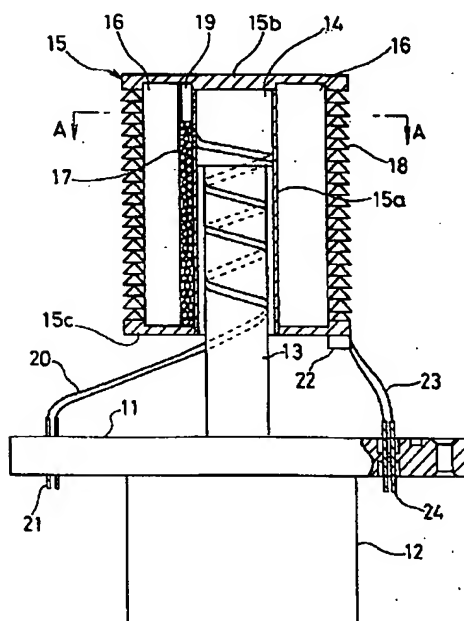
段式でかつ内部に摺動部を備えず、耐熱性の高いパルスチューブ冷凍機を使用し、かつかかる耐熱性の高いパルスチューブ冷凍機を使用したため、再生を必要とする水素吸蔵合金やモレキュラーシーブ等の吸着材を使用でき、これにより、クライオポンプを小型でかつ安価に製作でき、さらに振動が小さく、オーバーホールが不要となり、さらにモレキュラーシーブ等の吸着材が使用できることにより高い排気性能を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るクライオポンプの代表的な実施形態を示し、要部を断面で示した一部縦断面図である。

【図2】図1におけるA-A線断面図である。

【図1】



- 11: 取付けフランジ
- 12: 本体
- 14: コールドヘッド
- 15: 伝熱・構造保持部材
- 16: 水素吸蔵合金
- 17: 吸着材
- 18: 冷却パネル

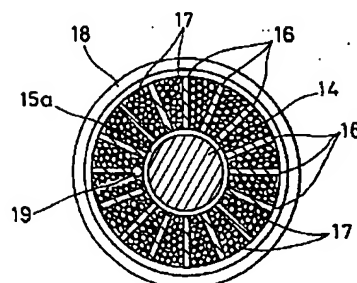
8

【図3】従来のクライオポンプの代表例を示し、要部を断面で示した一部縦断面図である。

【符号の説明】

- 11 取付けフランジ
- 12 パルスチューブ冷凍機本体
- 14 コールドヘッド
- 15 伝熱・構造保持部材
- 16 水素吸蔵合金
- 17 吸着材
- 18 冷却パネル
- 19 测温抵抗体
- 22 ヒータ

【図2】



【図3】

